

# إبستمولوجيا أزمة الفيزياء وتكون السياق الكمي في المكروفيزياء

نور الدين النيفر

## تمهيد

تبحث الفيزياء المعاصرة فيما هو أبعد من علاقات عدم الدقة ، ان الابحاث الراهنة في فيزياء النواة والجسيمات الأولية تقع في نطاق نظرية الكم *Théorie des quanta* فميكانيكا الكم تضم مباحث دراسة بنية الجسيمات الأولية الانوية والذرات والجزئيات والمادة والمادة المضادة . *Anti-matière* بينما لا تدخل الأشكال المجهرية للمادة (الحالات الصلبة والسائلة والغازية والحالات الوسطى بينها) مباشرة في نطاقها . ويمكن تحديد المفعول الانطولوجي لميكانيكا الكم بأنه تأصيل للتصور الانفصالي واللانهائي . اما مفعولها الابستمولوجي فهو اعادة هيكلة الحقل المعرفي حول نظريات الاحتمال من الرياضيات وجعل مفهوم الصدفة محور البحث في الميكروفيزياء برمتها على اختلاف جهاتها الابستمولوجية .

لقد تداخل البحث عن اللامتناهي في الصغر من الدقة اللامتناهية ، فمقولات الطبيعة *Esis* في الفيزياء الكمية لم تعد اللامتناهي في الصغر *L'infiniment petit* واللامتناهي في الكبر *L'infiniment grand* بل مقولة اللامتناهي في التعقيد *L'infiniment complexe* وبصفة موازية صارت مقولة بنية النموذج *Structure du modèle* مفتاح عمليات وصف المادة وتفسيرها . فحديث الميكانيكا الكمية عن الجسيمات والأمواج والطاقة والمجالات هو تقديم لنماذج هي ديوم نوع من التشبيهات أو الاستعارات ، فهي ليست نسخاً للواقع . انها بناء وما تدقيقها وتهذيبها وتغييرها المستمر الا تأكيد لهذا الطرح .

لقد قامت الميكانيكا الكمية عندما امكن نظريا وعمليا الانتقال من فكرة الذرة الجوهر الذي لا يتجزأ الى فيزياء الاشعاع والجسيمات ، وفي واقع الامر الى فيزياء تحليلية للمادة ، والميكانيكا الكمية موحدة من حيث انها ترجع التعدد الى وحدة كم الفعل *Quantum D'action* أي جزء الطاقة الذي لا يتجزأ .

ومن جهة أخرى قطعت الميكانيكا الكمية الصلة مع التقليد المنهجي للميكانيكا الكلاسيكية وعلم الحرارة الدينامي القائم على تفكير قياسي ، وهذه الميكانيكا تهدف الى اعادة تشكيل خواص الاتساق الكبيرة انطلاقا من عناصر صغيرة ، فهناك اتصال وتماثل بين خواص الاجزاء وخواص الانساق الكلية . فمع نيوتن مثلا لم تستخدم الفرضية الذرية أصلا الا كمصادرة أوكدامة لاستعمال الحساب اللامتناهي في الصغر ، اذ يقوم بحث اللامتناهيات في الصغر على تجزئة المجال الى اجزاء صغرى في عمليتي التكامل أو التفاضل . لقد أرست الميكانيكا الكمية في نفس الوقت مفهومي الانفصال *dis-continuité* وهرمية المادة أو التسلسل الهرمي للمادة *Hiérarchie de la matière* مقيمة حدودا وانفصالات بين مستويات انساق المادة وهي :

- 1 - الجسيمات الأولية ( بروتونات ، نوترونات وكواركات Quarks ) .
- 2 - الحقول Champs : ( الحقل المغناطيسي والحقل الكهربائي وحقل الجاذبية والحلن النوويين الضعيف والقوي ) .
- 3 - الذرة ( حسب تصنيف الذرات في الجدول الدوري لمندلييف ) .
- 4 - الجزيئي والجزيئي الكبير .

وسوف يسعى هذا البحث لدراسة تكوين البنية المعرفية *Epistémé* للفيزياء المعاصرة بعد ازمتها في نهاية القرن التاسع عشر ، محاولا تعيين خواص سياق *Paradigme* الميكانيكا الكمية بالمعنى الذي اعطاه توماس كوهن في مؤلفه « بنية الثورات العلمية »<sup>(1)</sup> .

### التحديد الاستمولوجي لأزمة الفيزياء

ماذا نعني بتعبير أزمة ؟ وهل يمكن تحديد ملامح أزمة الفيزياء في نهاية القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين ؟

يبين جان توسان دزانت في مقاله « أزمة نمو مثالي » اكتشاف الاعداد الصماء<sup>(2)</sup> . ان معنى مفهوم الأزمة بشكل عام يرادف « فتح صراعات واصلاح للمبادئ ، واعداد تهية المناهج »<sup>(3)</sup> لكن هذا التحديد على أهميته في الرياضيات ، كثيرا ما طبق بشيء من الاختزال على الفيزياء الرياضية وخاصة باهمال مفهوم الاكتشاف ، فالعلم يبدو كما لو كان بنية داخلية لاجراءات منهجية وحركية للمفاهيم دون علاقة بالاكتشافات ، وعلى نقض هذا الموقف يمكن ان نرى في العلم تناميا للكشوفات وتحديد الاكتشاف العلمي كبعد دينامي أساسي في الحركية الاستمولوجية للمعرفة .

وفي الواقع فاننا لن نتخلي عن مفهوم الأزمة ، بل سنحاول رفض جانبه العامي أو كما لاحظ ذلك بوجاهة تامة يورجن هابرماس « يعني مفهوم الأزمة بشكل ما قبل علمي فكرة عامية مستقاة من الاستعمال الطبي للكلمة »<sup>(4)</sup> فمفهوم « أزمة » ليس مفهوما مأسويا ، انه مفهوم بنائي قبل كل شيء .

(1) Thomas S. Kuhn *La structure des révolutions scientifiques* flammariion 1983. p. II.

(2) Jean Toussaint Desanti : une crise de développement exemplaire la « découverte » des nombres irrationnels in *logique et connaissance scientifique*. Sous la direction de Jean Piaget Gallimard 1967 P. 439 à 464.

(3) نفس المرجع السابق ص 439 .

(4) Jurgen Habermas *Raison et légitimité* Payot Paris 1973. Traduit par Jean Lacoste. P. 11

فالأزمة ، على المستوى الاستجولوجي ، تناقض بين بنية المعرفة العلمية القائمة وقيام اكتشاف مناقض لمبادئها أو قوانينها جزئيا أو كليا . ويضم التناقض في وضع الازمة ، تناقض الاطر الاستمولوجية للوصف والتفسير ونسق حركية الوقائع المكتشفة ومفاهيمها . فتغير العلم ناتج عن تغير سياقاته تحت تأثير مفعول الاكتشافات الجديدة التي تنتج مفاهيم جديدة . وتشير اطروحة توماس كوهن حول تغير سياق العلم الى تحول بنية المعرفة قبل الاكتشاف العلمي وبعده وقبل وجود حل علمي وبعده حصوله . فتورة العلم هي قيام سياق علمي في مقام سياق علمي آخر<sup>(5)</sup> .

والسياق العلمي اطار استمولوجي ، منهجي ومنطقي ونظري ومفاهيمي تُمارس في نطاقه أنشطة البحث العلمي . ويقع تفسير الوقائع ووصفها على أساسه في حقبة معينة . ونحدد كل حقبة بتوازن السياق وتجانس نظرياته وخاصة تجانس طبيعة الاسئلة العلمية التي يطرحها مع طبيعة الحلول التي يقدمها<sup>(6)</sup> .

ويعني تبدل سياق العلم ( كتبدل السياق النيوتوني بالسياق الاينشتايني مثلا ) ثورة في العلم ولكن دون وجود نفي نوعي خلال الثورة العلمية<sup>(7)</sup> .

يحقق العلم في كل سياق ارتباطا عضويا بين نظرياته المختلفة ، فتؤلف النظريات كلا متماسكا . ولكن عند اكتشاف وقائع علمية تخالف الاطروحات السائدة في السياق العلمي المعمول به ، يحدث تغير في النموذج السائد للوصف والتفسير<sup>(8)</sup> ويسمى كوهن مرحلة السياق القديم العلم السوي Normal science أما العلم الحاصل بعد الاكتشاف فيسمى العلم الثوري أو الشاذ Anormal وهو شاذ لأنه خرج عما هو متعارف عليه في ظل سياق العلم السائد قبل ذلك ..ويمكن تخطيط الية الثورة العلمية حسب الرسم التالي :

**العلم السوي** اكتشاف علمي : تفسير الاكتشاف الجديد : علم شاذ السياق العلمي الأول .

فتطور العلم يعود الى تطور نماذج الوصفية والتفسيرية<sup>(9)</sup> فالعلم السوي محكوم في تجاربه واختباراته Tests بالنظرية السائدة والموثوق بها ضمنا . وتبدأ أزمة النموذج مع تقادم المفارقات بين النظرية والوقائع<sup>(10)</sup> .

ويشكل منطق التفسير جوهر كل سياق ، فمنطق التفسير في السياق النيوتوني هو اعتماد القوى وحركية الانساق الدينامية .

ان ما يهم هذا البحث هو بالضبط بيان الفوارق النوعية بين التفسير النيوتوني والتفسير الكمي للظواهر ووصفها . فازمة الفيزياء في أواخر القرن التاسع عشر وظهور سياق ميكانيكا الكم هي أزمة منطق تفسير نيوتن تحت دك الكشوفات الجديدة للعلم ، اي تراكم الوقائع التي لا يمكن ادماج نماذجها في النموذج النظري السائد .

### **أزمة سياق الفيزياء النيوتونية في أواخر القرن التاسع عشر :**

لقد ظهر لعلماء آخر القرن التاسع عشر انهم أمام نموذج تام وكامل لكل الفيزياء . تنقسم الجسيمات الأولية في ظل هذا النموذج الى جسيمات الحقل وجسيمات الامواج ، الأمواج

(5) Thomas S. Kuhn La structure des révolutions scientifiques opt cit p. 12

(6) Ibid p. 100.

(7) Ibid p. 103.

(8) Ibid p. 21 et 22.

(9) Ibid p. 62.

(10) نفس المرجع السابق ص 100 وما بعدها

الكهربائية والمغناطيسية . ويمكن تركيب العالم بربط هذه الجسيمات بعلاقات ثابتة ومنظمة .

وفي خضم انتصارات الفيزياء الكهربائية كان لورد كلفن يردد ان صرح الفيزياء قد اكتمل ولم يبق سوى معرفة سر ظاهرتي طيف اشعاع الجسم الأسود وتجربة ميكلسن ومورلي .  
لقد كانت النظرية الكهربائية والمغناطيسية عند كل من مكسويل وفاراداي تتطور في اتجاه الانصهار في نظرية المجال الكهربائي والمغناطيسي . « لقد افضت نتائج اعمال فاراداي ومكسويل وهرتز الى تطور للفيزياء المعاصرة والى خلق مفاهيم جديدة تشكل صورة جديدة للواقع »<sup>(11)</sup> .

فلم يكن هذا التصور النهائي سوى غمامة تخفي أفق أزمة الفيزياء برمتها .  
وما كاد القرن التاسع عشر ينقضي ويبدأ القرن العشرون حتى كانت فكرة الحقل الكهربائي والمغناطيسي القائم بذاته قد سادت في الفيزياء . وعندها بدأت علامات أزمة الاسس المفاهيمية للفيزياء ابتداء من أزمة نموذج نيوتن الآلي مع بحوث مكسويل .

### 1 - أزمة النموذج النيوتوني في حقل الكهرباء والمغناطيس

قام أول انفصام مع المسلمات النيوتونية للفيزياء مع مكسويل وذلك بتغيير مفهوم الواقع الفيزيائي . ويتلخص الواقع الفيزيائي لدى نيوتن في مفاهيم : الزمان والمكان والنقطة المادية والقوة وهي المكافئ اللفظي للفعل المتبادل بين النقاط المادية والتجسم في الجاذبية الكونية . ويفسر نيوتن ظواهر الواقع تفسيراً ذرياً ، فالظواهر حركات لنقاط مادية في المكان المطلق والزمن المطلق . فالنقطة المادية لا تختلف صورتها عن صورة الجسم المتحرك بعد تجريده من كل ما يلازمه ، من امتداد وشكل وتوجه في المكان ، وباختصار عن كل خصائصه « الذاتية »<sup>(12)</sup> وعلى نقض هذا النموذج للواقع الفيزيائي الذي يتلخص في مفهوم نسق النقاط<sup>(13)</sup> يقدم مكسويل نموذجاً جديداً للواقع الفيزيائي جسم بحق بداية الفيزياء المعاصرة .

مع مكسويل ، تصبح التمثلات الفيزيائية مجرد ( مماثلات ) مع الواقع . فالنموذج الآلي لم يعد تفسيراً لنسق العالم ، بل بات تمثلاً رياضياً للواقع الفيزيائي .  
لقد شكل التخلص من النظرية الآلية النيوتونية هم مكسويل الابتستمولوجي الأول ، ولا يرجع هذا التخلص إلى دافع فلسفي ، بل ينبع من صلب الممارسة العلمية ذاتها . ففي مقالته المعنونة بـ « حول خطوط قوة فاراداي »<sup>(14)</sup> يقر مكسويل ان الحالة الراهنة لعلم الكهرباء لا تبدو متلائمة مع التأمل بصفة خاصة . ويمكن استنباط قوانين توزيع الكهرباء على سطح الموصلات بصفة تحليلية من التجربة «<sup>(15)</sup> ويضيف مكسويل « ان بعض التجارب لم يقع تأويلها »<sup>(16)</sup> ويحقق مكسويل القطيعة مع النموذج النيوتوني للواقع الفيزيائي « فلا توجد أية

(11) Albert Einstein Leopold Infeld. L'évolution des idées en physique : ed Payot Paris 1982. p. 117.

(12) Albert Einstein : comment je vois le monde ? Flammarion Paris 1979. p. 214.

(13) نفس المرجع السابق ص 214 .

(14) J-G Growther, James Clerk Maxwell. Paris Hermann 1948 Traduit par M. Abera p. 42.

(15) نفس المرجع السابق ص 20 .

(16) نفس المرجع السابق ص 20 .

نظرية عامة قادرة على ربط الظواهر فيما بينها <sup>(17)</sup> فلا يمكن ادراج قوانين الكهرباء والمغناطيس في أطر علم القوى ، محور الميكانيكا الكلاسيكية ، ولا يمكن وصف الظواهر الفيزيائية الما بعد - نيوتونية بمفاهيم الميكانيكا الكلاسيكية .

ويستعمل مكسويل مفاهيم فاراداي عند وصفه للعقل الكهربائي ، ولكن فاراداي لم يقد بالصياغة الرياضية اللازمة . ان على نموذج مكسويل ان يرضي مطلبين : الامام بمعطيات التجربة وصياغة الوقائع رياضيا .

يمكن تفسير الظواهر الكهربائية والمغناطيسية على أساس انها امواج تنتشر في الاثير ويطلق كل تغير في توازن القوى الكهربائية او المغناطيسية قطارا من الامواج في المكان <sup>(18)</sup> . وانطلاقا من هذا النموذج التصوي المتناقض مع النموذج الجسيمي النيوتوني يكتب مكسويل « يرجع حدوث الظواهر الكهربائية والمغناطيسية الى وجود مادة تستجيب لشروط معينة من الحركة أو الضغط عبر مكان المجال المغناطيسي ، ولا ترجع الى حدوث فعل مباشر عن بعد بين التيارات واجسام المغناطيس . فمادة هذه الآثار يمكن لها ان تكون جزءا معيناً من المادة العادية ، أو ان تكون اثيرا وثيق الارتباط بتلك المادة » <sup>(19)</sup> .

يخلص مكسويل الى ثلاث نتائج استمولوجية :

**أولا -** ان نموذج الكهرباء والمغناطيس ليس النموذج النيوتوني ، فالامواج الكهربائية والمغناطيسية امواج تهتز في الاثير وليست جسيمات ذات فعل آني .

**ثانيا -** يخضع انتشار هذه الامواج لخصائص الوسط الذي تعبره ، وهي في أساسه مجال Champs .

**ثالثا -** ان الرياضيات ، خاصة حساب التفاضل ذو المشتقات الجزئية نموذج نظري لفهم معطيات التجربة وصياغتها كليا في قوانين .

تتكلف في قوانين الكهرباء والمغناطيس المكسويلية كل قوانين المغناطيس الساكنة Magneto-statique والدينامية المغناطيسية وربطها بالكهربائية الساكنة وبالدنامية الكهربائية . وتقوم بهذا التكثيف عملية الصياغة الرياضية انطلاقا من مفهوم المجال . « فنظرية مكسويل نظرية مكروية Macros-copique تأخذ في حسابها المجالات الكهربائية والمغناطيسية (B-E) بالنسبة للفراغ ، كما تأخذ في حسابها الحث Induction (H,Δ) الراجع الى حضور المادة مزدوجة التكهرب » <sup>(20)</sup> .

ويختزل مكسويل كل الظواهر الموجية في مفهوم الموجة الكهربائية والمغناطيسية . و « باحتفاظه بالتغاير الرياضية التي تصف الانتشار في المجال ، يقوم مكسويل بتخليص الفيزياء من كل التأويلات السابقة . لقد حدثت قطيعة نهائية : فالنموذج ليس سوى مماثلة مع الواقع . وهذه المماثلة صالحة لتوجيه الفكر وليست وصفا للواقع » <sup>(21)</sup> .

ولكن مكسويل لا يفسر مصدر الامواج وعلاقاتها ببنية المادة . ان سياق الفكر الذري سيكون أساس الفيزياء التائهة في الطاقة والامواج .

(17) نفس المرجع السابق ص 21 .

(18) James Clerk Maxwell « on Faradays 'line Of forces » in Grouwther opt cit p. 22.

(19) نفس المرجع السابق ص 23 .

(20) Marie Antoinette de Tonnelat. Histoire du principe de relativité. Flammarion 1972. p. 102.

(21) Bernard Maitte : La lumière Ed Seuil Paris 1981. p. 265.

## صراع الطاقة والذرية

لم تكن الطاقة مدرسة بالمعنى الواضح ، بل كانت تيارا فكريا ، فتحت لواء الاكتشافات التي تمت في النصف الثاني من القرن التاسع عشر في ميدان الدينامية الحرارية . وتُعارض الطاقة مفهوم المادة بمفهوم الطاقة وتخلص مع ج . رانكين و هـ . فون أوستفالد وهيلمولتز الى نفي وجود الذرات .

ولم تر الطاقة انهيارها الاساسي الا مع جان بيران والبرت اينشتاين اللذان تجاوزا ازمة الصراع بين الذرية والطاقة<sup>(22)</sup> . لقد غدت واقعية الذرات فرضية ضرورية لكل وصف وتعليل لخواص المادة . فمع الدتون صارت الفرضية الذرية تفسيرية لقوانين التفاعل بين الاجسام الكيميائية ابتداء من سنة 1803 ، أي مع ولادة النظرية الذرية في الكيمياء<sup>(23)</sup> .

### 1 - تكون مفهوم الواقعية الذرية مع جان بيران والبرت اينشتاين

أسس مكسويل واقعية المجالات وقام بقطيعة مع النموذج النيوتوني لتفسير حركة الضوء وحركة الاجسام . ولكن النموذج النيوتوني يستخدم الفرضية الذرية لمصادرة أو دعامة لاستعمال حساب اللامتناهي في الصفر ، ويقوم حساب اللامتناهي في الصفر على تجزئة المادة الى اجزاء صغرى يمكن تجميعها بحساب التكامل وهذا يعني استحالة استعمال التحليل الرياضي من دون الاقرار بالطبيعة الذرية للظواهر الفيزيائية والكيميائية . وعلى هذا الاساس كانت الفرضية الذرية ضرورة استمولوجية لكل فيزياء رياضية . ومع اينشتاين وجان بيران بات امر فرضية الذرة محاولة تفسير لثلاث ظواهر ، هيكلت حقل بحث الكيمياء والفيزياء الى حد كبير وهي :

- 1 - الحركة البراونية وتكون الجزئيات الكيميائية من الذرات .
- 2 - ظاهرة الاشعة السينية والنشاط الاشعاعي عموما .
- 3 - دراسة أطيف الذرة .

### 2 - الحركة البراونية ونظرية حركية الغازات

تعد ظاهرة الحركة البراونية ( نسبة الى عالم النبات السكوتلندي روبرت براون ) واحدة من الظواهر الهامشية والمعلقة في السياق الاستمولوجي للكيمياء والفيزياء على حد سواء . وكانت حبل بآثر استمولوجي خطير على بساطتها . ويكمن صدى أثرها في تناقضها مع المصادر النيوتونية ، وتأسيسها النهائي لمفهوم الذرة والجزئي . في صيف سنة 1827 درس براون من خلال مكروسكوب عادي سلوك جسيمات حبوب اللقاح لعدد النباتات ، فوجد انها تتحرك بشكل دائم وان حركتها غير منتظمة<sup>(24)</sup> وأظهرت حركة جسيمات حبوب اللقاح تحولا من حالة الى حالة جديدة للمادة سماها « الجزئي النشط » *Actione molécule* . ويتعميم نظري وتجريب بواسطة مواد مختلفة استنتج براون ان كل سائل يقوم « بحركات اهتزازية باستمرار وبشكل صدقوي »<sup>(25)</sup> .

(22) Girolamo Ramunni : *Les conceptions quantiques* de 1911 a 1927 Vrin 1981 Paris p. 22.

(23) نفس المرجع السابق

(24) Jean Perrin : *Les atomes*. Gallimard 1970 p. 126 - 127.

(25) نفس المرجع السابق ص 129 .

تمثل هذه الظاهرة في جوهر خصائصها خروجاً عن مبادئ الفيزياء الكلاسيكية ، من حيث التحديد الدقيق والانتظام المحكم الذي يسيطر الظواهر الفردية . فوفقاً لقوانين نيوتن يتعرض اي جسم في العالم لقوى تؤثر فيه من الاجسام الاخرى ، بعضها اوكلا حسب نظام محكم . ولكن الاصطدام الصدفوي يملئ استعمال الاسلوب الاحصائي لتحديد متوسطات حركات الجسيمات المتصادمة في الحركة البراونية على مستوى مجهري Microscopique وهذا المنهج الاحصائي قياس لعدم انتظام حركاتها وارساء للبنية الرياضية Mathésis الاحتمالية التي تتأسس على اللاتحديد الفردي وتتكف في مجال معقولة جديد سمي الميكانيكا الاحصائية Mécanique statistique .

وعند دراسته لهذه الظاهرة استخلص اينشتين في مقاله العلمي المعنون بـ « حول حركة الجسيمات المعلقة في سائل مستقر حسب النظرية الجزيئية للحرارة »<sup>(26)</sup> انه يجب اعتبار الجزيئات كواقع فيزيائي كما يجب جعل الفرضية الذرية معطى أساسيا في تكوين المادة<sup>(27)</sup> وفي الواقع كان اينشتين « يقضي على الصراع المرير الذي نشب بين الطاقة والذرية »<sup>(28)</sup> . لقد قام اينشتين ببحث تجريبي قاس فيه عدد افوقادرو وأمبير Nombre d'avogadro-Ampère انطلاقاً من دراسة دلالة ثابتة بولتزمان ك- $K$  في معادلة بولتزمان حول الانتروبيا  $S = K \log nx$  حيث (ك) الانتروبيا وهي دالة دينامية حرارية يمكن بواسطتها التعرف على اتجاه حدوث العمليات المختلفة وهي ترتبط بمقدار كمية الحرارة المافقة لحدوث العملية ، ودرجة الحرارة التي يتم عندها حدوث تحول الطاقة و (Log) لوغاريتم طبيعي . و (W) الطاقة .

وفسر اينشتين تصادم الجزيئات بالطاقة الحركية لكل جزيء . وتتوزع الطاقة الحركية الكلية حسب قانون التوازن والتقسيم المتعادل للطاقة بين الجزيئات<sup>(29)</sup> وعلى هذا الأساس يمكن قياس حركة كل جزيء وطاقته وبالتالي حركة كل ذرة وطاقتها<sup>(30)</sup> وينطبق هذا المبدأ على ظواهر حركية الغازات Cinétique des gaz فيقسم الغاز الى جزيئات والجزيئات الى ذرات<sup>(31)</sup> ولما كانت الذرة على غاية من الصغر فمن المستحيل اذن رؤيتها او وزنها بصورة مفردة . ومع ذلك فان قوانين تمدد الغازات تبين وجود عدد ثابت من الجزيئات في حجم ذي ضغط ثابت وحرارة ثابتة . وعليه يجب القيام بصياغة هندسية للغاز وتحديد مكوناته انطلاقاً من الفرضية الذرية واعتماداً على جدول مندلييف ، أي تحديد عدد افوقادرو وهو ما قام به اينشتين .

وتتحدد أية كمية معينة من غاز ما بثلاث قيم أساسية هي الحجم ، والضغط ودرجة الحرارة . فالقيمة الأولى هندسية والقيمة الثانية تركيزية أما القيمة الثالثة فهي من طبيعة طاقة وتتعلق القيمتان الاخيرتان بالشدة . يمثل حجم مادة ما مقدار ما تشغل تلك المادة من حيز في المكان ، وبالنسبة لحركية

(26) Girolamo Ramunni : les conceptions quantiques de 1911-1927 Vrin Paris 1981. p. 13.

(27) نفس المصدر السابق ص 14 .

(28) نفس المصدر السابق ص 14 .

(29) نفس المرجع السابق ص 13 .

(30) Jean Perrin les atomes Gallimard 1970 p. 158 (2)

وما بعدها .

(31) Jean Perrin les atomes Gallimards 1970. Paris p. 45

الغازات فان حجمها يمثل حجم الوعاء الذي توضع فيه ، ووحدته اللتر الذي يساوي الف مللتر أو الف سنتيمتر مكعب .

أما درجة الحرارة فيجب تمييزها عن كمية الحرارة فكمية الحرارة تعبر عن كمية الطاقة ، بينما تعبر درجة الحرارة عن شدتها *Intensité* وتقاس درجة الحرارة كمياً بالاستفادة من بعض خواص المواد كخاصية التمدد التي تتأثر بدرجة الحرارة . وتقاس درجة الحرارة بالنظام المطلق ، على العموم ، ويرمز اليه بالرمز ( ° K ) وقد اصطلح فيه على تمثيل درجة التجمد بالرقم ( 273 ) ودرجة الغليان بالرقم ( 373 ) ومن ثم تقسم المسافة بين الدرجتين الى مائة درجة كل منها درجة مطلقة . اما بالنسبة لكمية الحرارة فانها تقاس بوحدة الجول Joule أو السعر Calorie وهو كمية الطاقة الحرارية اللازمة لرفع درجة حرارة غرام واحد من الماء درجة مئوية واحدة .

ويعرف الضغط من الناحية الكمية بأنه بالقوة الواقعة على وحدة المساحة (A) ، رياضياً فان  $P = \frac{F}{A}$  حيث القوة (P) تمثل مضروب الكتلة (M) بالغرامات في التسارع بالسنتيمتر ثانية تربيع . وعلى هذا الوحدات المعبرة عن الضغط هي البار . ولقياس ضغط الغاز يستعمل المانومتر وهو عبارة عن أنبوب على شكل حرف (J) مغلق من احدى طرفيه وفيه كمية من الزئبق تلامس الغاز وترتفع عن مستواه حسب درجات .

باعتقاد هذه المفاهيم الثلاثة صاغ اميديو افوقادرو فرضيته التي تقول « تحتوي احجام متساوية لغازات مختلفة على عدد متساو من الجزيئات في نفس ظروف الضغط والحرارة<sup>(31)</sup> » لقد حدد افوقادرو ثابتة ولكنه لم يربط عدد افوقادرو بالذرات حسب جدول مندلييف الدوري « فإيجاد عدد افوقادرو يعني ايجاد كل كتل الجزيئات والذرات<sup>(32)</sup> » وهذا بالضبط ما قام به جان بيران في اطروحته ( الذرات ) سنة 1908 .

حدد جان بيران قيمة ثابتة افوقادرو بالعدد  $6.02 \times 10^{23}$  مول غرام في سنة 1908 « فجزئيات غرام مختلف الاجسام هي كتل تلك الاجسام<sup>(33)</sup> » . وعليه فيجب جمع كتل كل الذرات المكونة للجزئي المدروس ، على اختلاف انواعها وأوزانها الذرية وبذلك « يمكن تمثيل التفاعلات الكيميائية والتنبؤ بها<sup>(34)</sup> » .

كان مسلك حركية الغازات انطلاقاً من الحركة البراونية يصب في حقل معقولية الجزيئات والذرات . لقد حُسم النزاع بين الذريين والطاقيين لصالح الذريين فالمادة مكونة من ذرات منفصلة ومتراصة في جزيئات كل مادة ، ومن هنا فصاعداً تُطرح كل ظاهرة فيزيائية انطلاقاً من مفهوم الذرة .

### 3 - النشاط الاشعاعي

ظهر في سنة 1895 ان الذرات ترسل اشعة مجهولة X اكتشفها كونرادفون رونجن . ففي عام 1895 بين جان بيران ان هذه الاشعة تحمل شحنات كهربائية سالبة . وفي 1898 قام ج ج تومسون بقياس سرعة هذه الجسيمات . فالاشعة المجهولة - التي حولت الى مجال الطب والنظر في محتوى الصناديق المغلقة - ذات شحنة سالبة ولها سرعة ، وبقدرا كانت الاشعة اليونية - المجهولة - ذات قيمة فورية كبرى وخاصة بالنسبة للطب ، فان اهميتها كانت اعظم بالنسبة للفيزياء إذ أنها :

(32) نفس المرجع السابق ص 55 .

(33) نفس المرجع السابق ص 55 .

(34) نفس المرجع السابق ص 57 .



\* أولا - ربطت الاشعة البنية الاشعاع بحركة الالكترون وشحنه رغم جهل قيمة شحنة الالكترون - ( والتي اثبتها فيما بعد ملىكان سنة 1909 ) .  
\* ثانيا - هيكلت مشكلية اشعاع الذرات وربطها بالحقل الكهربائي والمغنطيسي أي قوانين مكسويل .

\* ثالثا - طرحت مشكلية ايجاد نموذج للذرة . ويهدف نموذج الذرة المتوقع الى ربط كل من التفاعلات الكيميائية بآتين الغازات ، وتوضيح آليات الاشعاع .  
تبدأ أزمة حفظ الطاقة سنة 1897 مع بحوث هنري بيكريل . لم تمض اربعة أشهر على اكتشاف الاشعة السينية حتى اكتشف بيكريل الاشعاع التلقائي وكانت اشارة مقتضبة من هنري بوانكاري هي التي حملت بيكريل على ان يستوثق مما اذا توجد علاقة بين الاشعة السينية وظاهرة توهج المواد الفوسفورية<sup>(35)</sup> فاذا كانت الاشعة امواجاً من الطاقة فطاقتها تتجاوز قيمة طاقة الذرة .

كان هذا الاكتشاف مع اكتشاف الراديوم وتجوله من قبل بياروماري كوري صدمة اكبر للمعتقدات الكيميائية والفيزيائية التي سادت في القرن التاسع عشر . من أين تأتي الطاقة التي تحملها المواد المشعة ؟ وما هي طبيعة بنيتها ؟ انها لا يمكن ان تأتي الا من داخل الذرة نفسها ، فالكمية المتناهية الضالة من المادة الذرية تطلق مقادير لا متناهية من الطاقة .  
فعلى انقراض عالم القوة - عالم نيوتن - حيث تتكافئ الكتلة مضروبة في التسارع مع القوة ، يبني عالم الطاقة اللانهائية ، يبني عالم لا نهائي الطاقة ، بعد ان كان محدود الطاقة .

لقد كان الراديوم « ذلك الثوري الكبير للآزمة الحاضرة<sup>(36)</sup> منطلق انهيار مبدأ حفظ الطاقة وعلى التوالي مبدأ حفظ المادة . صارت الذرة مقر اشعاع واطياف لكن دون تفسير لآليات انتاجها . فالمشكل الراهن هو تقديم نموذج للذرة .  
وبالفعل « فمع بداية سنة 1900 غطى تقدم النظرية الكهربائية والمغنطيسية كل ميادين الفيزياء باستثناء نظرية الجاذبية والظواهر الطيفية » . لكن لتفسير الاطياف لابد من تفسير انبعاثها ومصدره ، فما هو مصدر الاطياف وما هي آليات انتاجها ؟

### بنية السياق الكمي :

يتكون سياق ميكانيكا الكم من البنية المفاهيمية الوصفية والتفسيرية لبنية الجزئيات والذرات والجسيمات وظواهرها الملازمة لتحولاتها . ويتكون جوهر منطق تفسير الظواهر المكروفيزيائية من اعتماد منطق الانفصال وارجاع الظواهر الى كم الطاقة .  
ويتناقض السياق الكمي مع السياق النيوتوني .

فعندما يتعلق الامر ، في الفيزياء الكلاسيكية ، بوصف انساق متحركة يمكن للملاحظ ان يتدخل في النسق دون ان يغير من معطياته . وعلى النقيض من هذا الوضع يؤثر كل تدخل للملاحظ في حالة النسق - المكروفيزيائي فيمقتضى مصادرة ميكانيكا الكم لا يمكن لنا الا ان نتحصل على قياسات متقطعة للمتغيرات المنفصلة : فعند القيام بعملية القياس على ظواهر ميكانيكا الكم يحدث تفاعل بين النسق الملاحظ والملاحظ بتبادل الطاقة بين الطرفين .  
تخضع الانساق المادية في الميكانيكا الكلاسيكية لسببية متسلسلة وخطية تحكمها

(35) Girolamo Ramuni : opt cit p. 25

(36) Henri Poincaré La valeur de la science, Flammarion 1948 Paris p. 180.

الضرورة بينما يخضع نسق الظواهر الكمية الى التسلسل الاحتمالي للوقائع . ويمكن وصف الانساق من وجهتين مختلفتين : أولا وجهة تحديد القوى الكهربائية والدينامية ، وثانيا وجهة نظر تحديد الموقع والزمن ، وإذا وقع تحديد الاحداثيات الزمانية والمكانية استحال تحديد كمية الحركة والقوى الكهربائية والدينامية .

ففي تحديد الجسيمات ينتفي تحديد الامواج . وتظهر ملامح الازمة في تعايش نمطين لتأويل الظواهر هما التأويل الجسيمي والتأويل الموجي « فانتشار الضوء في الزمن وفي المكان يوصف بطريقة مرضية بواسطة النظرية الكهربائية والمغناطيسية وعلى وجه الخصوص ، مبدأ تعامد الامواج Superposition des ondes الذي يلّم ، بلا استثناء ، بظواهر التداخل في الفراغ ، كما يلّم بالخواص البصرية للمادة »<sup>(37)</sup>.

وترتبط منجزات الفيزياء الجديدة بالنسق النظري القائم منذ أواخر القرن التاسع عشر الا انه يجب الرجوع الى فكرة كم الضوء التي طورها اينشتاين ، من اجل الوصول الى تعبير دقيق ، للاحتفاظ بالطاقة وللدفع في التفاعل بين الاشعاع والمادة ، كما يظهر في المفعول الضوئي والكهربائي Effet photo-électrique<sup>(38)</sup> لقد فرضت ثنائية الامواج والجسيمات على بناء الفيزياء ارقباكا نظريا : هل يجب الرجوع الى النظرية الموجية لتفسير الظواهر ام العودة الى نظرية كم الضوء الجسيمية ؟

فلا يوجد اي رابط منطقي - على الصعيد النظري - بين الوصف الجسيمي والوصف الموجي ، علاوة على وجود فارق نوعي بين التمثل الكلاسيكي والتمثل الكمي . فالتمثل الكلاسيكي للظواهر يجعلها تقبل القسمة الى عدد لا حصر له اذ يوجد تواصل دائم بين المكونات وتغيرات العلاقات . فيمكن تقسيم الزمن والمكان والدفع والطاقة الى ما لا نهاية له من الاقسام بينما يأخذ التمثل الكمي بتقطع الظواهر والكميات وانفصالها . ما هي مكونات مسالية الفيزياء الكمية على الصعيدين الاستيمولوجي والفلسفي العام ؟

---

(37) Nils Bohr La théorie atomique et la description des phénomènes Paris Gauthier villars 1932 p. 52.

(38) نفس المرجع السابق .